



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Precipitação durante o ciclo da cultura da soja no Estado do Paraná entre 1990 a 2012



Renã Moreira Araújo¹; Luciana Barros Pintor²; Luís Eduardo Panozzo³

¹ Meteorologista, Mestrando em Meteorologia, PPG em Meteorologia, Fone: (53) 3275-8274, rena543@gmail.com

² Meteorologista, Professora, PPG em Meteorologia, UFPel, Pelotas-RS, luciana.pinto@ufpel.edu.br

³ Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática da Universidade Federal de Pelotas, RS, Brasil, lepanozzo@gmail.com

RESUMO: O Estado do Paraná (PR) apresenta grande diversidade de relevo, solo e clima, possibilitando o cultivo de várias espécies vegetais. Apesar do desenvolvimento tecnológico, o maior responsável pelas perdas de produtividade agrícola ainda é o clima. Dentro deste contexto, avaliar a influência da precipitação e quais as implicações na produção de soja sobre o Estado, pode tornar-se uma ferramenta importante para estimar a produção agrícola do PR. O presente trabalho teve como objetivo associar precipitação pluvial com produtividade de soja para sete cidades produtoras do Estado (Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá) no período de 1990 a 2012 e analisar a influência de El Niño – oscilação Sul (ENOS) na precipitação e produtividade para o período. Foram analisados dados mensais de precipitação de estações convencionais, Boletins Agroclimáticos, dados de Reanálises 2 com resolução de 0,5°X0,5° e dados de produtividade de soja (kg.ha⁻¹). Em todas as cidades os anos neutros tiveram precipitação média observada abaixo dos anos de ocorrência de ENOS. Independente do fenômeno de ENOS e da cidade a precipitação média foi acima da exigência hídrica da cultura de soja. Para a variável precipitação observou-se interação significativa entre o fenômeno dentro de cada cidade e, em geral, não significativa na comparação entre cidades dentro de cada fenômeno.

PALAVRAS-CHAVE: soja, ENOS, precipitação

Precipitation during the soybean crop cycle in the state of *Paraná* between 1990-2012

ABSTRACT: The State of *Paraná* (PR) presents great diversity of topography, soil and climate, allowing the cultivation of various plant species. Despite technological development, largely responsible for the loss of agricultural productivity is still the climate. Within this context, the influence of precipitation and the implications of soy production on State, may become an important tool for estimating the agricultural production of PR. The present work aims to associate rainfall with soybean yield for seven producing cities in the state (*Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina and Maringá*) in the period 1990-2012 and analyze the influence of ENSO on rainfall and productivity for the period. Monthly rainfall data of conventional stations, Bulletins Agroclimatic, data of Reanalysis 2 with resolution of 0,5°x0,5° and data of soybean yield (kg.ha⁻¹). In all the years neutral cities had below average rainfall for the years of occurrence of ENSO. Regardless of the ENSO phenomenon and the city average rainfall was above the water requirement of soybean. For the variable precipitation was observed significant interaction between the phenomenon within each city and, in general, not significant when comparing cities within each phenomenon.

KEY WORDS: soybean, ENSO, precipitation

O aumento da produtividade e a expansão das fronteiras agrícolas no Brasil, assim como em diversas partes do mundo, é proporcional ao desenvolvimento tecnológico da agricultura (Freitas, 2011). Apesar disso, o clima ainda é um fator decisivo tanto na escolha de novas áreas, como também, nas variações de produtividades de regiões agrícolas já estabelecidas. Um exemplo seria a disponibilidade hídrica, que além de ser o principal fator limitante à obtenção de rendimentos mais próximos ao potencial da soja, constitui na maior causa de variabilidade dos rendimentos de grãos observados de um ano para outro nas diversas regiões produtoras brasileiras (Farias et al., 2005). Sendo assim, estudos que avaliam as relações entre o clima e a produtividade e, estudos de zoneamento climático, vêm sendo uma ferramenta para o desenvolvimento agrícola do país (Manosso, 2005; Almeida, 2005; Miesres et al., 2012).

De modo geral, as necessidades da soja quanto à disponibilidade da água é importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: na emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso como o déficit de água é prejudicial à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas (Embrapa Roraima, 2009). No Estado do Rio Grande do Sul, a variação interanual da produtividade desta cultura é explicada em 80% pela precipitação e o fenômeno El Niño beneficia a cultura, favorecendo a recordes de produtividade (Berlato; Fontana, 1999).

Dentro deste contexto, avaliar a influência de eventos climáticos sobre a precipitação e, quais as implicações na produção de cultura da soja, torna-se mais uma ferramenta para estimar a produção agrícola do Paraná (PR). Assim, este trabalho teve como objetivo associar precipitação pluvial com produtividade de soja no PR, para as safras de 1990 a 2012. Para tal, avaliou-se separadamente a produtividade de soja e a precipitação pluvial de sete cidades produtoras do Estado (Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá) e, a relação entre produtividade, precipitação e eventos ENOS para descrever a importância da precipitação nos meses de safra na produtividade de soja e a influência de fenômenos ENOS (El Niño Oscilação Sul).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisar a produtividade de soja no Estado do Paraná, no período compreendido entre os anos agrícolas 1990 a 2012, foram utilizados dados de rendimento médio da produção, em quilogramas por hectare ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), obtidos a partir do banco de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (IBGE, 2013).

O comportamento da precipitação referente aos meses do cultivo da soja no Paraná (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) foi avaliado para o período de 1990 a 2012, utilizando dados de precipitação total mensal ($\text{mm}\cdot\text{mês}^{-1}$), de sete estações meteorológicas convencionais do Estado do Paraná (Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (BDMEP/INMET, 2013). Foram analisadas médias de precipitação mensal, apenas nos meses que coincidem com o ciclo da cultura da soja para o PR (outubro a março), a média total das sete cidades e, a partir dos dados de média de precipitação mensal foi calculado o histograma de frequência de precipitação para o período de 1990 a 2012.

Os fenômenos ENOS foram identificados utilizando a metodologia da Agência Japonesa de Meteorologia (AJM) que consiste na seleção de períodos, cuja média móvel de cinco meses da anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM) da região equatorial do Oceano Pacífico (aproximadamente a região do chamado Niño 3) seja $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ (El Niño) ou $\leq -0.5^{\circ}\text{C}$ (La Niña) por, no mínimo, seis meses consecutivos (NOAA, 2013).

Foi analisado o comportamento da precipitação para cada cidade em anos de atuação do fenômeno ENOS, onde separou-se os anos de atuação de El Niño, La Niña ou Neutro, e calculada a média para o período de outubro a março, para cada uma das cidades. Em seguida, os dados foram submetidos à

análise de variância e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Duncan a 1% de probabilidade. O processamento dos dados foi realizado com o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os meses de cultivo de soja, no período compreendido entre 1990 a 2012, a precipitação média das sete cidades em estudo variou entre 800 mm (1991) a 1300 mm (2010) (Figura 1, linha preta). Os anos de 1991, 1992, 1993, 1994, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2009 e 2012, foram os anos que ocorreram as menores precipitações, abaixo de 800 mm. Já para as cidades de Ivaí em 1997, Irati em 1998, Maringá e Londrina em 2010, apresentaram as maiores precipitações, acima de 1400 mm.

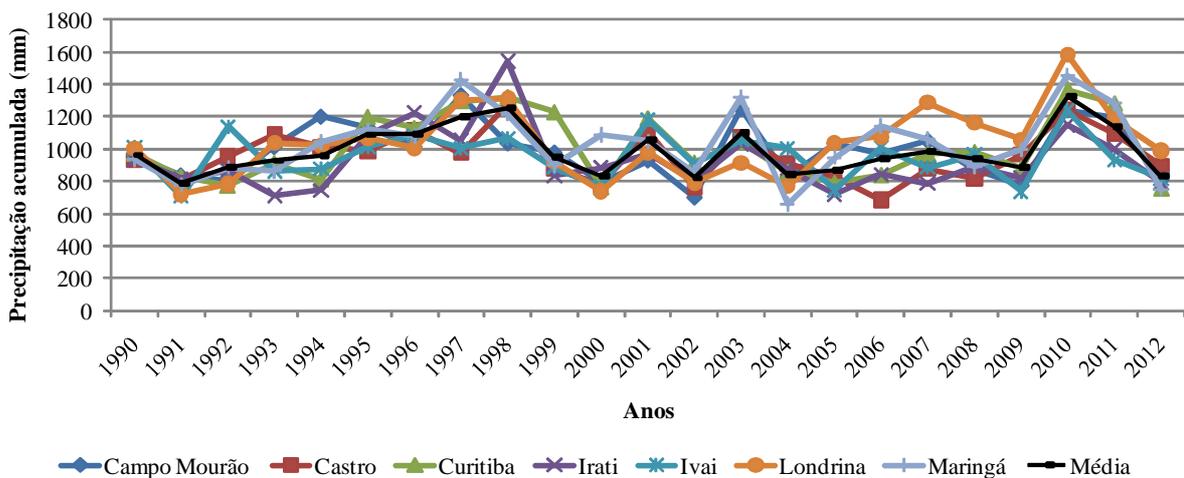


Figura 1. Precipitação acumulada mensal (mm) referentes aos meses de cultivo de soja para as cidades de Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá.

Pela análise do histograma de frequência de precipitação total acumulada para o período de cultivo da soja, verificou-se que aproximadamente 80% dos valores de precipitação estavam entre 800 mm e 1300 mm (Figura 2). As maiores frequências de precipitação compreende-se entre 700 mm e 1100 mm, representando cerca de 76% dos casos.

Observou-se que a precipitação no período estudado é suficiente para suprir as necessidades hídricas da cultura, uma vez que as menores precipitações entre 600 mm e 700 mm, representam apenas 1,24% dos casos, e entre 700 mm e 800 mm, representando 15,53% dos casos. A soja, durante todo o seu ciclo de desenvolvimento possui a necessidade hídrica em torno de 450 a 800 mm, dependendo também das condições climáticas, duração do ciclo por cultivar e manejo (Embrapa Roraima, 2009).

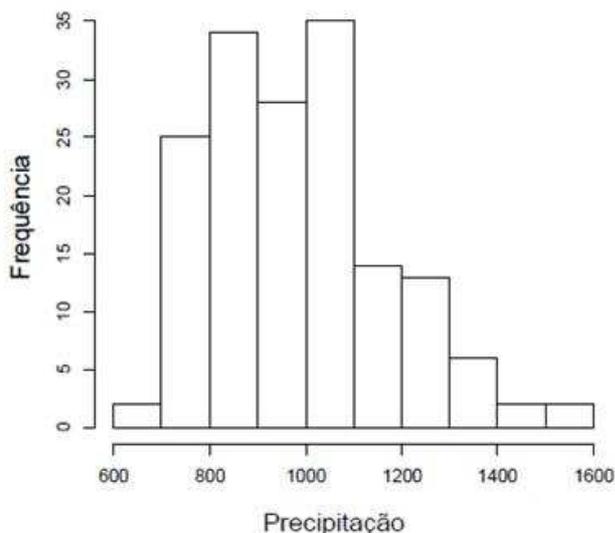


Figura 2. Histograma de precipitação total acumulada do período do cultivo da soja, no período de 1990 a 2012 para as cidades Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá.

Com relação à precipitação durante eventos ENOS, as cidades de Campo Mourão, Castro, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá, apresentaram precipitação média mais elevada nos anos de ocorrência de El Niño nos meses de safra de soja, do que em anos de ocorrência de La Niña, exceto Curitiba em que a precipitação mostrou-se mais elevada em anos de La Niña do que em anos de El Niño (Figura 3). Em anos neutros, nota-se que a precipitação média está abaixo da precipitação observada em anos de ocorrência de ENOS.

Durante a primavera (outubro a dezembro) no primeiro ano de ocorrência de El Niño a precipitação apresenta-se em excesso enquanto que na ocorrência de La Niña a precipitação apresenta-se abaixo da normal na primavera e começo do verão (Ferreira, 2006). De acordo com os resultados, observou-se que a precipitação é mais elevada em ocorrências de El Niño do que ocorrência de La Niña, com exceção de Curitiba que mostrou o contrário. Sendo que, as menores precipitações médias acumuladas na primavera e verão foram em anos neutros para todas as cidades.

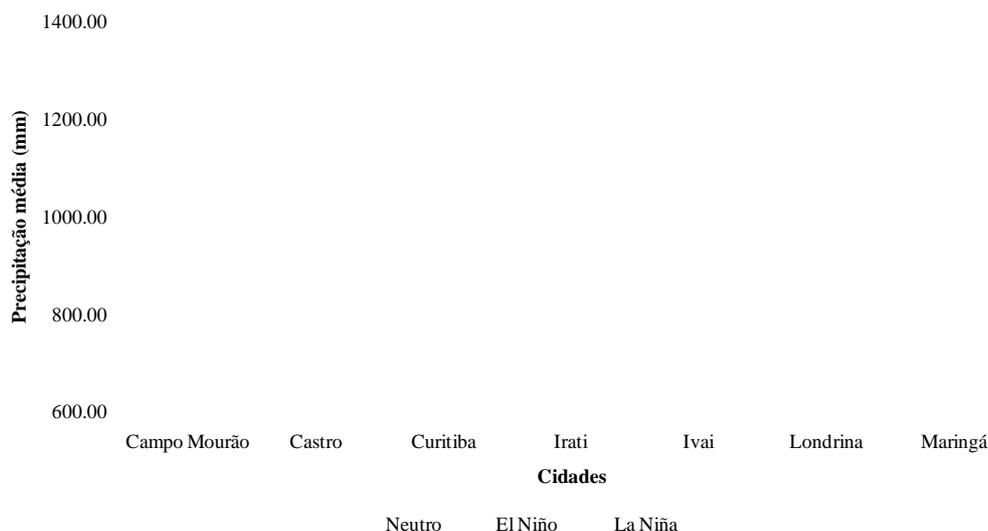


Figura 3. Precipitação média em anos de eventos ENOS para as cidades Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Para a variável precipitação observou-se interação significativa entre o fenômeno dentro de cada cidade e, em geral, não significativa na comparação entre cidades dentro de cada fenômeno (tabela 1). No entanto, somente a cidade de Maringá apresentou esta diferença, sendo que para os anos de El Niño, os quais possuem as maiores precipitações, observou-se uma diferença em torno de 9% maior que o volume de precipitação média para os anos dos fenômenos La Niña e, 24% maior que nos anos neutros.

Em média para todo o período de estudo, os fenômenos El Niño, neutro e La Niña apresentaram uma precipitação em torno de 1050 mm, 910 mm e 1000 mm, respectivamente. A menor média de precipitação foi a de Irati, sem ocorrência de ENOS, com cerca 15% de precipitação abaixo da média. A maior precipitação média observada foi em Maringá, com ocorrência de El Niño, onde obteve-se aproximadamente 16% acima da média. Este fato mostra que independente do fenômeno e da cidade, a precipitação média ficou acima da exigência hídrica da cultura, que é de 450 mm a 800 mm (Embrapa Roraima, 2014). Assim, a precipitação das respectivas cidades durante a safra, é suficiente em sua totalidade, porém, a produtividade também depende da distribuição da precipitação ao longo dos estádios de desenvolvimento da cultura e, esta por sua vez depende das condições climáticas, manejo e duração da cultura (precoce ou tardia).

Tabela 1. Precipitação média relacionada aos fenômenos ENOS de 1990 a 2012 para as cidades Campo Mourão, Castro, Curitiba, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá.

Cidades	Fenômenos		
	El Niño	Neutro	La Niña
Campo Mourão	1065,1 ^{ns} a	939,0 ^{ns} a	964,4 ^{ns} a
Castro	989,7 a	928,3 a	965,8 a
Curitiba	1037,8 a	914,9 a	1095 a
Irati	1004,2 a	838,7 a	968,2 a
Ivaí	1019,7 a	879,8 a	969,9 a
Londrina	1133,9 a	965,9 a	998,6 A
Maringá	1144,3 a	923,8 b	1048,1 Ab
Média	985,9		
CV	18,19		

* Médias com mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Duncan ($p \leq 0,01$). ^{ns} Não significativo.

CONCLUSÕES

Para o período de 1990 a 2012, as cidades de Campo Mourão, Castro, Irati, Ivaí, Londrina e Maringá, apresentaram precipitação média nos meses de safra de soja mais elevada nos anos de ocorrência de El Niño, do que em anos de ocorrência de La Niña, com exceção de Curitiba. Em anos neutros, a precipitação média está abaixo da precipitação observada em anos de ocorrência de ENOS em todas as sete cidades.

Para a variável precipitação observou-se interação significativa para o fator fenômeno dentro de cada cidade, e não significativa na comparação entre cidades dentro de cada fenômeno. Independente do fenômeno e da cidade, a precipitação média ficou acima da exigência hídrica da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. R. **O clima como um dos fatores de expansão da cultura da soja no Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso.** 2005. 119 f. Tese (Doutorado em Geografia).

BDMEP/INMET – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 20 de Nov. de 2013.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Variabilidade interanual da precipitação e variabilidade dos rendimentos de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p. 119-125, 1999.

EMBRAPA RORAIMA – Cultivo de soja no cerrado de Roraima. Sistema de Produção, 1. ed.1. set 2009. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradodeRoraima/c lima.htm>>. Acesso em: 15 de abr. de 2014.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; MARIN, F. R. Modelagem para estimativa de perdas de rendimento de grãos de soja em função da disponibilidade hídrica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3. 2005, Sete Lagoas –MG, 16 a 18 de agosto de 2005.

FERREIRA, D. B. **Relações entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 2006. 125 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos: INPE. 47

FREITAS, M. de C. M. d. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 12, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 15 de Nov. de 2013.

MANOSSO, F. C. A produtividade de soja, trigo e milho e suas relações com a precipitação pluviométrica no município de Apucarana-PR no período de 1968 a 2002. In: **Geografia: Revista do Departamento de Geociências**, v. 14, n. 01, jan./jun., 2005. Disponível em: www.geo.uel.br/revista>. Acesso em: 01 de jun. de 2013. 48

MIERES L. da S.; SALDANHA, C. B.; TSCHIEDEL, A. F.; SALDANHA, R. L.; CARDOSO, M. A. G. Projeções climáticas das alterações da quantidade de água no solo disponível para o cultivo de soja. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 807-818, 2012.